

**DESAIN HUNIAN SEMENTARA DENGAN RUMAH SISTEM KNOCKDOWN
“TAHAN TSUNAMI” MENGGUNAKAN MATERIAL BAJA CANAI DINGIN
UNTUK REKONSTRUKSI BENCANA GEMPA MATARAM (NUSA TENGGARA
BARAT)**

Wahid Agung¹, Fitri Nugraheni²

¹Mahasiswa Sarjana Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

²Dosen Sarjana Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

*15511097@students.uui.ac.id

ABSTRAK

Wilayah Nusa Tenggara Barat merupakan provinsi yang dikelilingi oleh lautan serta pergerakan lempeng tektonik yang berpotensi terjadinya gempa besar dan dikhawatirkan dapat terjadi bencana tsunami yang dinamakan Patahan Florest (Florest Thrust). Kebutuhan hunian sementara sangat dibutuhkan dikarenakan dampak dari bencana yang terjadi pada juli 2018 tersebut mengakibatkan kehancuran rumah/hunian masyarakat. Penanganan pasca bencana khusus nya dalam pembuatan hunian sementara dibutuhkan sebuah terobosan berupa keamanan bangunan dari segala aspek kemungkinan kerusakan yang terjadi akibat akan terjadinya bencana susulan dan kecepatan dalam proses pembangunan, oleh karena itu tujuan dalam penelitian ini ialah pembuatan Hunian Sementara yang aman dari aspek bencana khusus nya gempa dan terjangan tsunami ataupun bencana lain untuk wilayah Mataram (Nusa Tenggara Barat) dengan penggunaan baja canai dingin sebagai bahan utama struktur bangunan serta mempertimbangkan kenyamanan bagi masyarakat yang akan menempati hunian sementara tersebut. Dalam perencanaannya pembuatan Hunian Sementara “Tahan Tsunami” ini direncanakan menggunakan luas bangunan dengan tipe 36 meter persegi dan mempunyai luasan tanah sebesar 42 meter persegi direncanakan pembangunan dilakukan dengan menggunakan sistem PEB (Pra Enggining Building) serta dilakukan sebuah analisis, khusus nya terhadap beban-beban yang disyaratkan dalam sebuah bangunan antara lain (beban gempa, beban angin, beban bangunan hidup/mati serta penambahan beban terhadap gelombang terjangan tsunami) menggunakan aplikasi SAP2000 dalam bentuk analisis 3 dimensi untuk mengetahui dimensi baja yang aman digunakan. Dalam penelitian ini didapatkan hasil bahwa, analisis bangunan dinyatakan aman didapat dari hasil akhir analisis dan telah terverifikasi SAP2000, yaitu dilihat pada saat proses running program dengan struktur gambar 3 dimensi, profil baja canai dingin/struktur bangunan tidak ada berwarna merah sehingga diketahui bahwa kapasitas bangunan lebih besar dari beban yang ditimbulkan oleh bangunan ataupun bangunan itu sendiri.

Kata kunci: (Hunian) Perumahan Sementara, Tahan Tsunami, Baja Canai Dingin, PEB (Pra Enggining Building)

ABSTRACT

The West Nusa Tenggara region is a province surrounded by oceans and tectonic plate movements that have the potential to cause a large earthquake and are feared that a tsunami disaster can be called the Florest Fault. Temporary shelter needs are needed because the impact of the disaster that occurred in July

2018 resulted in the destruction of houses / residential communities. Handling in the aftermath of a special disaster in the making of temporary shelters requires a breakthrough in the form of building security from all aspects of the possibility of damage that occurs due to the occurrence of aftershocks and speed in the process of development, therefore the aim in this study is the creation of a Temporary Shelter that is safe from specific aspects of disaster the earthquake and tsunami or other disasters for the region of Mataram (West Nusa Tenggara) with the use of cold formed steel as the main material for building structures and for the convenience of the people who will occupy the temporary shelter. In the planning of making this "Tsunami Resistant" Temporary Residential Area, it is planned to use a building area of 36 square meters and has a land area of 42 square meters. Required in a building, among others (earthquake load, wind load, building load on / off and the addition of loads to tsunami waves) using the SAP2000 application in the form of 3-dimensional analysis to determine the dimensions of steel that is safe to use. In this study, the results showed that the analysis of the building was declared safe obtained from the final analysis results and was verified SAP2000, which is seen during the process of running the program with a 3-dimensional image structure, cold formed steel profile/building structure was not red so it was known that the building capacity greater than the burden posed by the building or the building itself.

Keywords: Temporary Residential, Tsunami Resistant, Cold-Formed-Steel, (Shelter), PEB (Pra Engginering Building)

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kebutuhan hunian sementara sangat diperlukan terhadap keperluan proses pasca bencana dikarenakan kebutuhan primer manusia terhadap tempat tinggal, kecepatan dan ketepatan terhadap keamanan sangat diperlukan terhadap hunian sementara. Kejadian gempa yang terjadi pada provinsi Nusa Tenggara Barat yang terjadi pada bulan juli 2018 yang mengakibatkan kehancuran terhadap hunian penduduk, hal ini memerlukan langkah cepat agar masyarakat dapat segera mungkin memiliki hunian sementara yang tentunya aman dan layak terhadap penggunaan nya. Wilayah Nusa Tenggara Barat yang dikelilingi oleh pantai menjadi sebuah objek yang dapat menimbulkan sebuah permasalahan yang dapat ditimbulkan akibat gempa besar yaitu tsunami, Tsunami merukan gelombang besar yang ditimbulkan dikarenakan gempa, longsoran ataupun jatuhnya benda besar / asteroid yang jatuh di wilayah laut, wilayah Nusa Tenggara Barat dalam *history* nya wilayah ini pernah diterjang tsunami pada tahun 1977 yang diakibatkan oleh Sesar Flores (Flores *Thrust*) yang terjadi di wilayah Teluk Lampui, Sumbawa, Nusa Tenggara Barat. Hal ini menjadi sebuah peringatan awal sebagai antisipasi dalam kebutuhan hunian yang memerlukan ketahanannya terhadap tsunami dikarenakan kemungkinan nya wilayah Nusa Tenggara Barat khusus nya untuk wilayah Mataram dapat terjadinya tsunami, sehingga bangunan dapat aman terhadap ancaman sebuah tsunami.

Penggunaan hunian ini sementara ini bersifat *knockdown*, hal ini bertujuan agar hunian sementara dapat digunakan bukan hanya sekali akan tetapi dapat dipakai untuk beberapa kali sehingga, dapat menghemat sebuah anggaran dari penanggulangan bencana yang ada, diakarenakan penggunaan baja Canai Dingin yang dasarnya mudah dalam proses perawatan serta awet dan ringan sehingga dapat mudah sekali untuk dipindah-pindahkan (*Portable*) dikarenakan dalam proses perakitan menggunakan system PEB (*Pra Engineering Building*) atau proses pembentukan struktur bangunan dilakukan diluar lokasi/di wilayah pabrik baja canai dingin, sehingga dalam proses pelaksanaannya dilapangan hanya dilakukan proses pemasangan rangka dan penyambungan dengan penggunaan baut sebagai alat sambung sehingga kecepatan pembangunan dapat dilakukan.

Rumusan Masalah

Apakah hunian sementara *knockdown* “Tahan Tsunami” aman terhadap beban yang akan diberikan berupa beban (mati, hidup, gempa, notional dan tsunami)

Tujuan Penelitian

Mengetahui kemandirian bangunan dalam pengujian pembebanan yang dilakukan terhadap desain dimensi baja yang akan digunakan sebagai struktur bangunan.

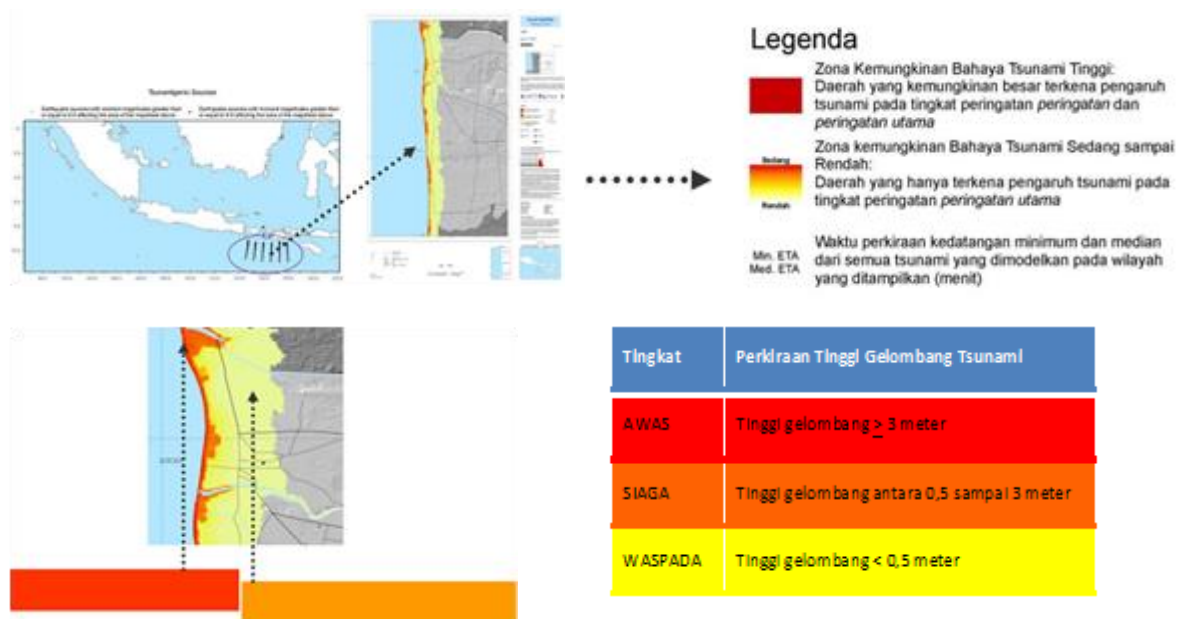
Batasan Permasalahan

Perencanaan dari bangunan hanya memperhitungkan struktur (kolom dan balok) beserta penambahan perhitungan sambungan tanpa perhitungan pondasi dari bangunan.

Tinjauan Pustaka

Pemetaan Daerah Rawan Tsunami di Wilayah Nusa Tenggara Barat

Dalam penelitian yang ditulis oleh (Mueck, 2013) yang membahas tentang peta-peta bahaya tsunami untuk wilayah Nusa Tenggara Barat dalam penggambaran daerah yang zona terdampak tsunami mengandalkan perkiraan ketinggian maksimum gelombang tsunami dipantai. Pada penelitian tersebut dibantu dengan peta/produk referensi dari DISTAMBEN (Dinas Pertambangan dan Energi), maka dalam penelitian tersebut didapat sebagai berikut wilayah yang diperkirakan akan terkena dampak tsunami berdasarkan tinggi gelombang khususnya wilayah kota Mataram.



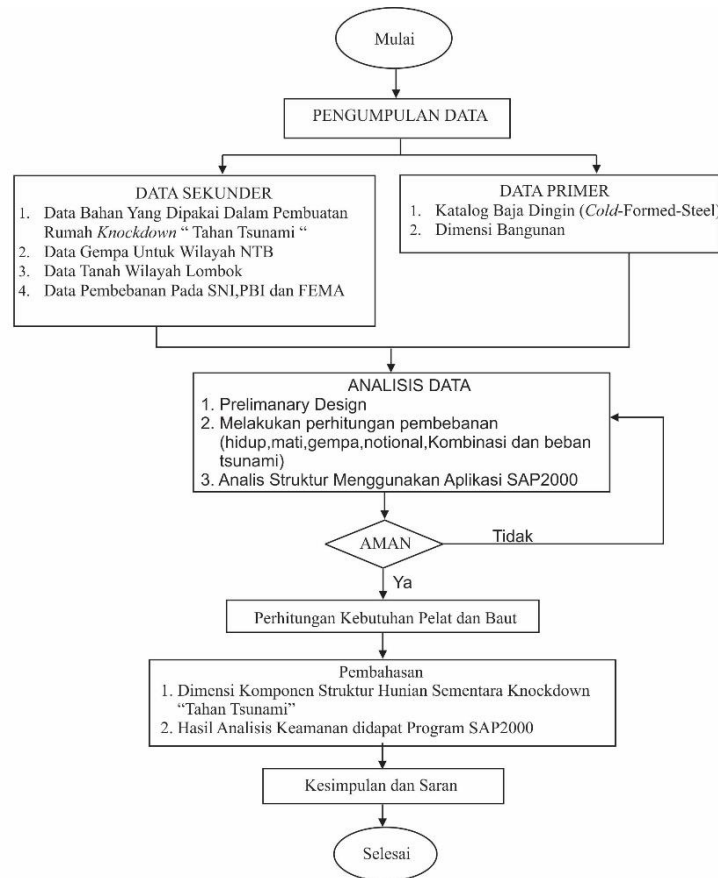
Gambar 1 Zona Ketinggian Gelombang Tsunami Wilayah Kota Mataram (Mueck, 2013)

Desain Bangunan Non Permanen di Restricted Area Gumuk Yogyakarta yang Berpotensi Tsunami

Dalam penelitian dilakukajn oleh (Hanafi, 2017) menjelaskan, biaya yang timbul kerusakan permanen yang disebabkan oleh tsunami dan bencana angina di Indonesia dapat diminimalkan dengan mengganti bangunan permanen menjadi bangunan semi permanen. Bangunan semi permanen dapat diwujudkan dengan menggunakan baja yang dibentuk sebagai struktur bangunan. Hasil penelitian ini ialah rekomendasi model bangunan semi permanen; mudah untuk dibongkar dan dipasang (*Knockdown*), Ramah Tsunami (melanjutkan beban tsunami), menghemat biaya dan waktu (menggunakan baja *cold-formed-steel* dan *prefabrikasi*), *zero waste*, tidak membutuhkan banyak pekerja.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian dilakukan di Nusa Tenggara Barat dan difokuskan kepada wilayah Mataram, dikarenakan berdasarkan penelitian sebelumnya tentang kemungkinannya terdampak tsunami yang dilakukan oleh (Mueck, 2013) di wilayah kota Mataram, sehingga direncanakan akan dilakukan dilokasi tersebut. Maka agar penelitian ini dapat terukur dan terstruktur maka direncanakan tahapan penelitian sebagaimana bagan alir berikut.



Gambar 2 Bagan Alir Penelitian

ANALISIS, HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Desain Bangunan Tahan Tsunami

Desain hunian sementara direncanakan sebagai berikut

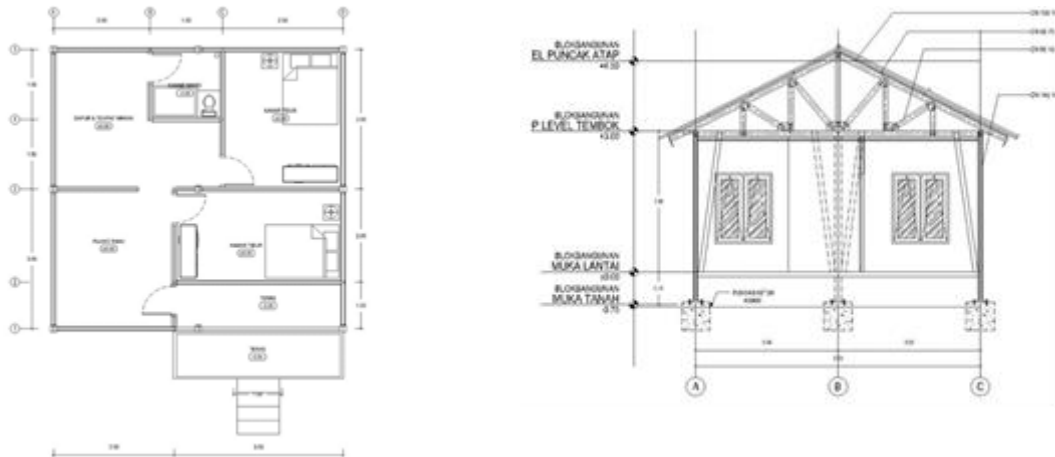
Komponen :

1. Penggunaan beton pracetak dalam penggunaan fondasi
2. Penggunaan baja canai dingin (*Cold Formed Steel*) sebagai struktur utama dalam bangunan *knockdown* “Tahan Tsunami”.
3. Penggunaan GRC (*Glassfibre Reinforced Cement*) sebagai dinding dan lantai pada bangunan *knockdown* “Tahan Tsunami”
4. Penggunaan galvalum dalam pekerjaan penutup rangka atap

Konfigurasi Dimensi Bangunan :

1. Jenis Bangunan : Hunian Rumah
2. Jenis Struktur : Rangka Baja Canai Dingin
3. Lokasi : Kota Mataram (Nusa Tenggara Barat)
4. Luas Tanah : 42 m²

5. Luas Bangunan : 36 m²
6. Tinggi : 4,6 m
7. Jumlah Lantai : 1 lantai



Gambar 3 desain denah dan potongan hunian sementara *knockdown* "Tahan Tsunami"

Tabel 1 Dimensi Elevasi Hunian Sementara *Knockdown* "Tahan Tsunami"

Lantai	Tinggi	Elevasi
Kuda-Kuda Atap	1,5 meter	± 4.60
Tinggi Bangunan	3 meter	± 3.00
Muka Lantai	0,7 meter	± 0.00
Lantai kerja	0 meter	-0.7

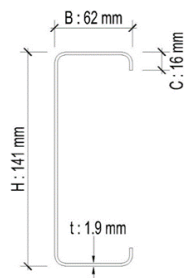
Preliminary Design

Preliminary design ialah tahap awal atau pra analisis untuk menentukan dimensi penampang profil dengan persyaratan, pengalaman dan *sense of engineering* yang dimiliki, pada penelitian ini preliminary design meliputi kolom, balok, kuda-kuda, breising kuda-kuda dan gording yang menggunakan material yang sama yaitu baja canai dingin dan memiliki mutu yang sama yaitu ($F_y = 450$ Mpa dan $F_u = 550$ Mpa) maka didapatkan sebagaimana tabel berikut.

Tabel 2 Rekapitulasi Preliminary Profil Struktur Hunian Sementara *Knockdown* "Tahan Tsunami"

Tipe	H (mm)	B (mm)	C (mm)	T (mm)	Profil Baja Pakai
Plat Sambung	-	-	-	-	Dihitung kemudian
Baut	-	-	-	-	Dihitung kemudian

Kolom (dual chanel)	141	62	16	1.9	CN 140 19
Balok	141	62	16	1.9	CN 140 19
Breicing	141	62	16	1.9	CN 140 19
Kuda-Kuda	100	51	12	1,5	CN 100 15
Breicing Kuda-Kuda	95	51	9	1	CN 95 10
Gording	65	39	9	0.75	CN 65 75
Penutup atap (galvalum)	-	-	-	-	Tebal 0,5 mm

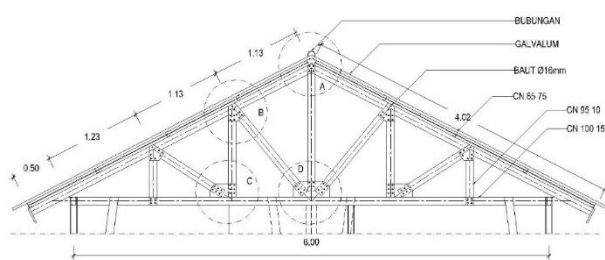


Gambar 4 Profil Baja Canai Dingin (*Cold-Formed-Steel*)

Perhitungan Pembebanan

pada perhitungan pembebanan dilakukan dengan 2 tahap yaitu perhitungan portal atap dan perhitungan portal, maka berikut hasil rekapitulasi perhitungan beban sebagai berikut.

a. Perhitungan Struktur Atap



1. Sudut Atap = 33°
2. Jarak breising kuda-kuda = 0.5 m
3. Bentang Kuda-Kuda = 3 m
4. Jarak Gording = 1,5 m

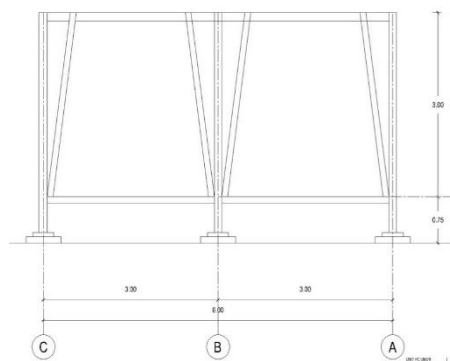
Gambar 5 Detail Rangka Atap Hunian *Knockdown* "Tahan Tsunami"

Tabel 3 Rekapitulasi Beban Atap

No	Jenis Beban	Rumus Perhitungan Beban	Nilai Beban
1	Beban Mati Tambahan	Berat Penutup Atap x Lebar 1 Segmen	0,055 KN/m
2	Beban Orang Atap	SNI 1727-2013	1,33 KN/m

3	Beban Angin Tekan	Luas 1 segmen x (0,02 x (Sudut atap-0,4)) x Beban Penutup Atap	0,43 KN
4	Beban Angin Tekan Vertikal	Beban Angin Tekan x Cos (sudut atap)	0,38 KN
5	Beban Angin Tekan Horizontal	Beban Angin Tekan x Sin (sudut atap)	0,19 KN
6	Beban Angin Hisap	Luas 1 Segmen x 0,4 x Beban Atap	0,329 KN
7	Beban Angin Hisap Vertikal	Beban Angin Hisap x Cos (sudut atap)	0,294 KN
8	Beban Angin Hisap Horizontal	Beban Angin Hisap x Sin (sudut atap)	0,147 KN
9	Beban Hujan	40 – (0,8 x Sudut Atap)	0,183 KN/m ²
10	Beban Hujan Per-Joint	Beban Hujan x ((3 x 3) luas/(4) jumlah gording	0,4138 KN

b. Perhitungan Beban Hidup dan Mati Pada Struktur Portal



1. Tinggi Portal = 3,7 m
2. Lebar Portal = 6 m
3. Panjang Portal = 6 m
4. Pengaku Tambahan = Breising Kosentrik
5. Jarak Pengaku = 2000 mm (asumsi)

Gambar 6 Detail Rangka Portal Hunian Sementara Knockdown “Tahan Tsunami”

Tabel 4 Rekapitulasi Beban Hidup dan Mati Pada Portal Hunian Sementara *Knockdown* "Tahan Tsunami"

No	Jenis Beban	Rumus Perhitungan Beban	Nilai Beban
1	Berat Mati Tambahan Lantai	Berat GRC + Berat Rangka Lantai	0,304 KN/m ²
2	Berat Mati Tambahan Dinding	Berat GRC + Berat Rangka Dinding	0,490 KN/m ²
3	Beban Elemen Mekanikal Elektikal	Rangka dan Plafond + Duckting Mekanikal dan elektrik	0,176 KN/m ²

4	Berat Struktur Bangunan	Pemodelan SAP2000	26,638 KN
5	Beban Hidup	SNI 1723:2013	1,92 KN/m ²

c. Perhitungan Beban Gempa

Penentuan Lokasi = Mataram, Nusa Tenggara Barat

Nilai N-SPT = 48

Klasifikasi Jenis Tanah = SE (Tanah Lunak)

Kategori Resiko = II (Hunian)

Kategori Desain Seismik = D (SNI 1726:2012)

Koefisien Modifikasi Respon (R) = 8

Penentuan Nilai S_S dan $S_1 = 1$ dan 0,4 (Peta Zonasi Gempa Lampiran SNI 1726:2012)

Menentukan Nilai F_a dan $F_v = 0,9$ dan 2,4 (Tabel SNI 1726:2012)

Faktor Keutamaan Gempa $I_e = 1.0$ (SNI 1726:2012)

Tabel 5 Rekapitulasi Perhitungan Beban Gempa Pada Struktur Portal Hunian Sementara
Knockdown "Tahan Tsunami"

No	Jenis Perhitungan	Rumus	Nilai
1	Parameter Spectrum Percepatan Pada Periode Pendek (Sms)	$F_a \times S_1$	0,9
2	Parameter Spectrum Percepatan Pada Periode 1 detik (Sm1)	$F_v \times S_1$	0,96
3	Parameter Percepatan Spektral desain untuk Periode Pendek (Sds)	$\frac{2}{3} \times S_{ms}$	0,6
4	Parameter percepatan spectral desain untuk 1 detik (S_{D1})	$\frac{2}{3} \times S_{D1}$	0,64
5	Koefisien risiko terpetakan, perioda respons spectral (C_{RS})	SNI 1726:2012	1
6	Koefisien risiko terpetakan, periode respons spectral 1 detik	SNI 1726:2012	1
7	SD_{Sr}	$SD_S \times C_{RS}$	0,6
8	SD_{1r}	$SD_1 \times C_{RI}$	0,64
9	Perioda fundamental (T_a)	$C_t h_n^x$	0,205
10	Koefisien respon seismic (C_S)	$\frac{S_{DS}}{(\frac{R}{I_e})}$	0,075

11	Koefisien respon seismic (C_s) Pakai	$\frac{S_{Dir}}{T \left(\frac{R}{I_e}\right)}$	0,389
12	Gaya Geser Seismik (V)	$C_s \times W$	10,370 kN

d. Perhitungan Beban Tsunami

Beban Tsunami yang diperhitungkan dalam desain struktur hunian sementara knockdown “Tahan Tsunami” sesuai dengan FEMA P-646 sebagai berikut :

Elevasi desain *runup height* (R) = 0,5 Meter didapat dari penelitian (Mueck, 2013)

Elevasi Tanah Dasar Hunian *Knockdown* “Tahan Tsunami” = − 0,7 Meter

Elevasi ± 0,00/lantai dasar bangunan = + 0,7 Meter

Percepatan Gravitasi = 9,81 m/det²

Massa jenis air tsunami termasuk sedimen = 1200 kg/m³

$$\text{Gaya Hidrodinamik} = F_d = \frac{1}{2} \cdot \rho_s \cdot C_d \cdot B \cdot (hu^2)_{max} \quad (1)$$

Gaya Hidrodinamik ialah gaya pada saat air mulai mengalir disekitar bangunan, gaya hidrodinamis dikenakan terhadap struktur tersebut sebagai keseluruhan / masing-masing komponen struktur.

C_d = Koefisien Tarik = 2,0 (Rekomendasi FEMA P-646)

h = Kedalaman Aliran

u = Kecepatan Aliran

B = Luasan Struktur Pada Bidang Normal Arah Aliran = 201 mm (lebar penampang kolom)

$$(hu^2)_{max} = gR^2 (0,125 - 0,325 (Z/R) + 0,11 (Z/R)^2) \quad (1.1)$$

g = Percepatan Gravitasi

R = Ketinggian *Run-up* desain

Z = Elevasi Tanah Dasar Pada Struktur

Maka dalam Perhitungan Hidrodinamik didapat nilai = 0,470 KN

$$\text{Gaya Impulsif} = 1,5 \cdot F_d \quad (2)$$

Nilai impulsive yang disebabkan oleh muka limpasan air yang akan menabrak struktur. Menurut (Ramsden, 1993) yang ditulis oleh (FEMA, 2008) dimana data laboratorium menunjukkan pada lokasi yang telah terendam, gaya ini dapat mencapai 1,5 kali dari nilai gaya hidrodinamis.

Maka dalam perhitungan Gaya Impulsif didapat nilai = 0,705 KN

$$\text{Gaya Tumbukan Debris atau Hanyutan Puing} = F_i = C_m \cdot U_{max} \cdot \sqrt{k \cdot m} \quad (3)$$

Pada gaya tumbukan dari puing hanyutan menjadi factor terjadi kerusakan pada struktur, akan tetapi pada perhitungan ini sulit diperkirakan secara akurat gaya yang akan disebabkan oleh tumbukan ini.

C_m = koefisien massa yang ditambahkan = 2,0 (Rekomendasi FEMA P-646)

U_{max} = kecepatan maksimum aliran yang membawa puing dilokasi (Persamaan)

m = massa puing

k = kekerasan puing

Tabel 6 Benda yang Diasumsikan Akan Menabrak Hunian Sementara Knockdown "Tahan Tsunami"

Jenis Benda	Masa puing 'k' (KN)	Kekerasan Puing 'm' (KN/ m^3)	(m x k) (Kg/ m^3)
Kayu	0,03800	147,69	2.36913526
Baja	0,07700	207	3.99258807
Alumunium	0,02648	71	1.37134131
Plastik Padat	0,01363	3,4	0.21531851
Total			7,948383 KN^2/m^3

$$U_{max} = \sqrt{(2 \cdot g \cdot R \left(1 - \frac{Z}{R}\right))} \quad (3.1)$$

g = Percepatan Gravitasi

R = Ketinggian Run-up desain

Z = Elevasi Tanah Dasar Pada Struktur

Maka Perhitungan Gaya Tumbukan Debris atau Hanyutan Puing didapat nilai = 0,07713 KN

$$\text{Gaya Tahanan Debris atau Hanyutan Puing} = F_{dm} = \frac{1}{2} \cdot \rho_s \cdot C_d \cdot B_d \cdot (hu^2)_{max} \quad (4)$$

Gaya tahanan debris merumakan sebuah efek yang disebabkan oleh akumulasi puing-puing hanyutan yang tersangkut pada struktur hal ini dapat diperlakukan sebagai gaya hidrodinamik tambahan oleh puing yang tertahan struktur. Oleh karena itu FEMA memodifikasi dari rumus hidrodinamis untuk memasukkan lebar tahanan puing maka didapat persamaan tersebut.

ρ_s = masa jenis air tsunami termasuk sedimen (1200 kg/m^3)

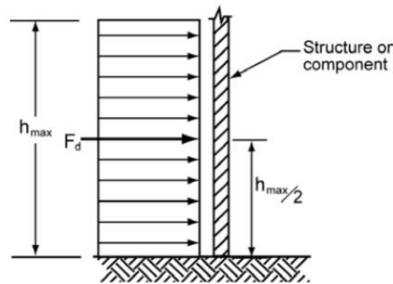
C_d = koefisien drag (rekomendasi $C_d = 2,0$)

B_d = lebar/luas permukaan puing

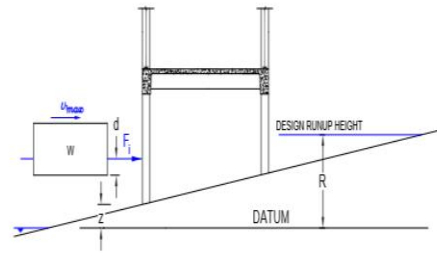
H = kedalaman air

U = kecepatan aliran pada lokasi struktur/bangunan

Maka Perhitungan Gaya Tahanan Debris atau Hanyutan Puing didapat nilai = 1,1707 KN



Gambar 8 Perilaku Beban Pada Gaya Hidrodinamik (FEMA P-646)



Gambar 9 Perilaku Beban Pada Gaya Tumbukan Debris (FEMA P-646)

e. Beban Notional

Beban Notional digunakan untuk Efek ketidak sempurnaan awal pada stabilitas struktur, distribusi beban disalurkan sebagai beban lateral yang akan ditambahkan pada kombinasi pembebanan yang dilakukan pada analisis struktur menggunakan aplikasi SAP2000, besarnya beban notional sesuai dengan persyaratan SNI 1729:2015.

$$\text{Beban Notional} = N_i = 0,002 \cdot Y_i \quad (5)$$

N_i = beban notional di level i

Y_i = beban gravitasi di level i hasil dari beban kombinasi bangunan

Maka didapat Beban Notional Sebesar = 0,022502 KN

f. Beban kombinasi

Beban kombinasi dilakukan sesuai dengan aturan yang ada didalam SNI 1727:2013 yang mengatur tentang beban kombinasi pembebanan (beban mati, beban hidup, beban notional, beban angin, beban hujan serta beban gempa) hal ini penambahan beban tsunami juga diperlukan penambahan beban kombinasi dimasukkan analisis SAP2000 yang terdapat pada FEMA P-646

PERHITUNGAN BREISING

Breising direncanakan menggunakan breising kosentrik atau pada ujung breising tidak terhubung ke perpotongan balok dan kolom dengan balok dengan mempunyai nilai 'e' / link, berfungsi sebagai pengaku. maka pengecekan dari breising tersebut serta keperluan penambahan pengaku sesuai dengan peraturan SNI 1726:2002.

Tabel 7 Titik Berat Profil C 140 15 Sebagai Breising Kosentris

El	b (mm)	H (mm)	Ai (mm)	Yi (mm)	Aixyi (mm)
1	1.9	70.5	133.95	35.25	4721.738
2	60.1	1.9	114.19	69.55	7941.915
Σ			248.14		12663.65

$$Y_0 = \sum A_i \times Y_i / \sum A_i$$

$$d = 2 \times Y_0$$

$$A_t = A_i = 248,14 \text{ mm}^2$$

$$Z_x = d \times A_t$$

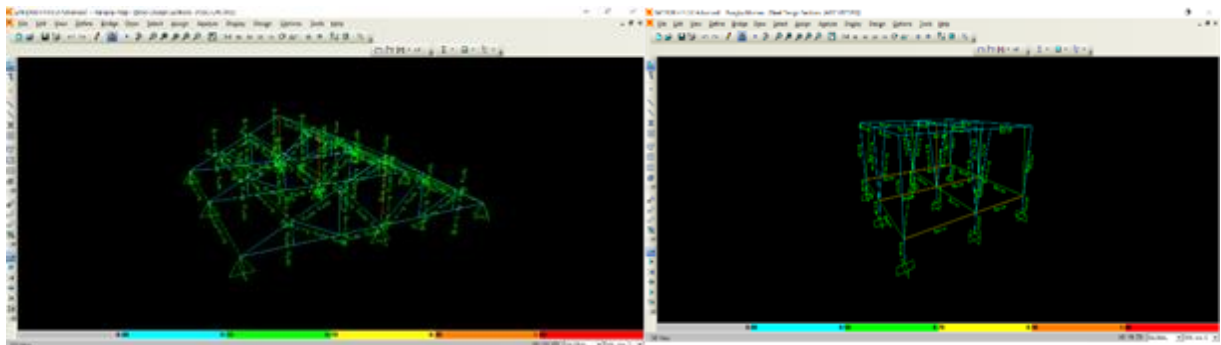
$$\text{Mengetahui Nilai } M_p \text{ (Momen)} = F_y (450 \text{ Mpa}) \times Z_x \quad (6)$$

$$\text{Mengetahui Nilai } V_p \text{ (Gaya Geser)} = 0,6 \times F_y \times (d-2t_f) \times t_w \quad (7)$$

Didapat nilai $M_p/V_p = 161,9310$ dengan nilai tersebut $e \leq 5 \text{ MP/VP}$ Maka dari kategori yang ditulis pada SNI 1726:2002 maka jarak antar breising link termasuk dalam kondisi dominan lentur dan tidak diperlukan penambangan pengaku pada profil breising

HASIL ANALISIS STRUKTUR

Hasil analisis struktur dilakukan menggunakan aplikasi SAP2000, proses pemodelan dilakukan dengan menggunakan system 3 , maka didapat hasil seperti gambar berikut setelah dilakukan input



Gambar 10 Hasil Analisis Pada Struktut Rangka Atap dan Portal dengan Menggunakan aplikasi SAP2000

diketahui bahwa hasil analisis SAP2000 dinyatakan aman, dikarenakan tidak ada profil yang mempunyai warna merah atau nilai kurang dari dan tidak sama dengan 1. Dalam hal ini menandakan bahwa gaya yang ditimbulkan oleh beban lebih kecil dari kapasitas struktur tersebut, sehingga jika beban yang ditimbulkan lebih besar dari kapasitas maka bangunan tersebut dikatakan gagal.

HASIL PERHITUNGAN JUMLAH KEBUTUHAN PELAT DAN BAUT

Dari perencanaan diperlukanlah penyambung yang berfungsi sebagai perangkai hunian sementara *knockdown* “Tahan Tsunami”, maka dari perhitungan didapatkan dimensi pelat, jumlah dan ukuran baut sebagaimana tabel berikut sesuai dengan ukuran dimensi profil.

Tabel 8 Rekapitulasi Pada Kolom dan Balok

No	Konfigurasi Bahan	Ukuran
1	Diameter Baut Pakai	12 (mm)
2	Jumlah Baut	4 (buah)
3	Tebal Pelat Sambung	5 (mm)
4	Tinggi Pelat Sambung	141 (mm)
5	Lebar Pelat Sambung	124 (mm)

Tabel 9 Rekapitulasi Pada Base Pelat

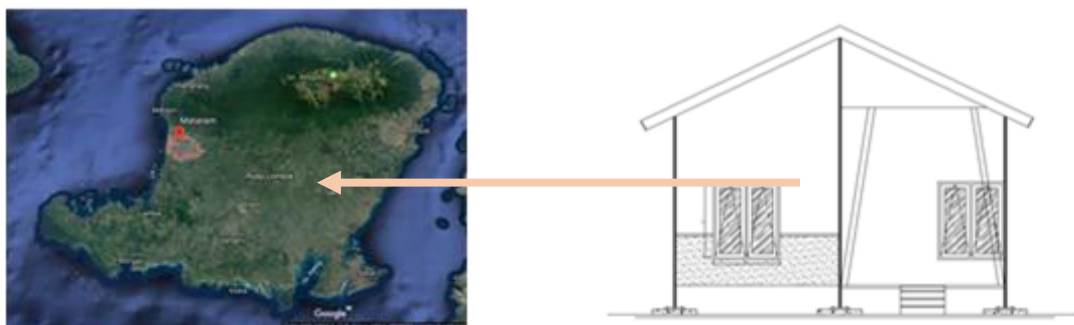
No	Konfigurasi Bahan	Ukuran
1	Diameter Baut Pakai	16 (mm)
2	Jumlah Baut	6 (buah)
3	Tebal <i>Baseplat</i>	5 (mm)
4	Tinggi Pelat Sambung	250 (mm)
5	Lebar Pelat Sambung	250 (mm)
6	Panjang Angkur	403 (mm)

Tabel 10 Rekapitulasi Pada Rangka Atap

No	Konfigurasi Bahan	Ukuran
1	Diameter Baut Pakai	16 (mm)
2	Jumlah Baut	6 (buah)
3	Tebal Pelat Sambung	5 (mm)
4	Tinggi Pelat Sambung	250 (mm)
5	Lebar Pelat Sambung	250 (mm)
6	Panjang Angkur	403 (mm)

PEMBAHASAN

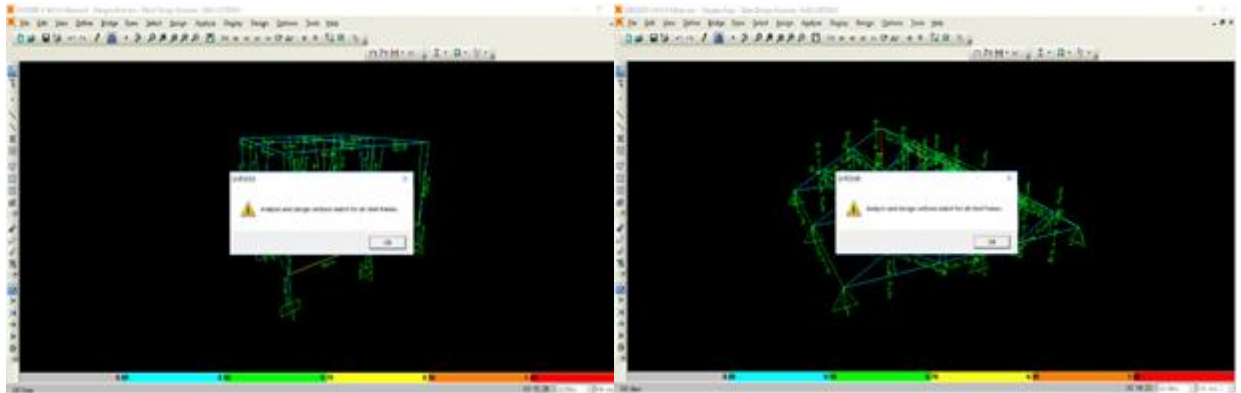
Sesuai dengan perencanaan yang dilakukan yaitu membuat hunian sementara untuk proses penanggulangan rekontruksi pasca gempa untuk lokasi wilayah Nusa Tenggara Barat lebih tepatnya untuk wilayah kota Mataram, maka berikut pembahasan hasil analisis desain yang dilakukan.



Gambar 11 Rencana Lokasi Pembangunan Hunian Sementara *Knockdown* "Tahan Tsunami"

bangunan dinyatakan aman menurut analisis yang dilakukan dengan melakukan perhitungan beban yang direncanakan serta menggunakan aplikasi SAP2000 untuk menganalisis hasil

perhitungan diketahui tidak munculnya warna merah pada bagian struktural bangunan yang menandakan bahwa nilai kapasitas bangunan lebih besar dari beban, serta dibuktikan dengan verifikasi terhadap perhitungan didapatkan struktur atap dan portal dinyatakan aman seperti gambar berikut.



Gambar 12 Hasil Analisis Verifikasi Akhir Struktur Portal dan Rangka Atap Pada Aplikasi SAP2000

dan dalam proses penelitian ini juga didapat dimensi pelat, dimensi baut serta baut yang dibutuhkan hal ini dibutuhkan dalam kegunaan penyambungan struktur dengan system pembautan pada struktur serta mempercepat proses pemasangan rangka baja canai dingin sehingga didapatkan kecepatan dalam proses pembangunannya dengan perancangan system PEB (*Pra Engginering Building*).

KESIMPULAN

Sesuai dengan analisis yang sudah dilakukan pada penelitian ini, hunian sementara *knockdown* “Tahan Tsunami” yang direncanakan untuk proses rekontruksi pasca gempa di Mataram, Nusa Tenggara Barat dapat disimpulkan bangunan aman untuk proses pembangunan sesuai dengan proses analisis perhitungan beban termasuk dengan beban tsunami serta yang dilakukan menggunakan aplikasi SAP2000 dan telah diverifikasi bahwa bangunan tersebut dinyatakan aman oleh aplikasi SAP2000.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Allah Subhanahu Wa ta’ala yang telah memberikan kelancaran dalam penulisan makalah ini serta pihak DPPM UII yang telah memberikan ruang untuk terciptanya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- FEMA P646, 2008, *Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation from Tsunamis*, Applied Technology Council.
- Hanafi, F. 2017. *Desain Bangunan Non Permanen Di RESTRICTED Area (Gumuk Yogyakarta) yang berpotensi Tsunami*. Tesis. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Mueck, M. 2013. *Peta-Peta Bahaya Tsunami Untuk Lombok*. Jurnal Dokumentasi Teknis Peta-Peta bahaya Tsunami Multi-skenario untuk Lombok dan Kota Mataram serta Pulau Gili, Lombok (Nusa Tenggara Barat).
- SNI 1726:2012, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*, Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- SNI 1729:2015, *Spesifikasi untuk Gedung Baja Struktural*, Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- SNI 1727:2013, *Beban minimum untuk perancangan bangunan Gedung dan struktur lainl*, Badan Standarisasi Nasional (BSN).